

## 肺血栓塞栓症の血管内エコー法ならびに血管内視鏡所見

## Clinical Evaluation of Acute and Chronic Pulmonary Thromboembolism Using Intravascular Ultrasound and Angioscopy

加藤 千博  
 松山 裕宇  
 近藤 貴久  
 長坂 綾子  
 鯉江 伸  
 岩瀬 正嗣  
 野村 雅則  
 菱田 仁

Chihiro KATO, MD  
 Hiroyuki MATSUYAMA, MD  
 Takahisa KONDO, MD  
 Ayako NAGASAKA, MD  
 Shin KOIE, MD  
 Masatsugu IWASE, MD, FJCC  
 Masanori NOMURA, MD, FJCC  
 Hitoshi HISHIDA, MD, FJCC

### Abstract

Pulmonary artery thrombi and parietal lesions were observed in 13 patients (mean age  $58 \pm 18$  years) with acute pulmonary thromboembolism ( $n = 4$ ) and chronic pulmonary thromboembolism ( $n = 9$ ) using intravascular ultrasound and angioscopy at the time of right heart catheterization.

Patients with acute pulmonary thromboembolism without underlying disease mainly had non-echogenic intraluminal mass, and good pulsatile vessel without intimal thickening. Angioscopy directly showed red thrombi with white fibrin coating, and no parietal lesions. Patients with chronic pulmonary thromboembolism could be classified into 3 groups: 1) Poor extensibility of the vessel wall and intimal thickening with non-echogenic thrombi on intravascular ultrasound, and relatively fresh parietal thrombi consisting of a mixture of red blood cell and fibrin, and spider web-like fibrin net on angioscopy (6 patients). 2) Crescent parietal thrombi and wall irregularity on intravascular ultrasound, and probably organized thrombi with a mixture of red and white surface on angioscopy (one patient). 3) Marked and echogenic intimal thickening and poor extensibility on intravascular ultrasound, and intimal surface irregularities and yellowish changes on angioscopy (one patient). All patients suffering acute deterioration in the chronic phase belonged to groups 1) or 2).

Intravascular ultrasound and angioscopy are useful for characterizing the thrombi and related pulmonary artery lesions in patients with pulmonary thromboembolism. The pulmonary artery intima and thrombus differ between acute and chronic pulmonary thromboembolism.

*J Cardiol 1999; 34(6): 317-324*

### Key Words

■ Thromboembolism (pulmonary)

■ Intravascular ultrasound

■ Angioscopy

### はじめに

肺血栓塞栓症のうち急性肺血栓塞栓症は従来より高い関心が払われていたが<sup>1,2)</sup>、近年、肺高血圧を伴う慢性肺血栓塞栓症も注目されるようになってきた。平

成10年度に慢性肺血栓塞栓症に伴う肺高血圧症は、厚生省特定疾患治療研究事業対策疾患に認定され、全国疫学調査も実施されている。慢性肺血栓塞栓症は内科的治療に抵抗性であり、とくに肺高血圧の高度な症例は非常に予後不良といわれている<sup>3)</sup>。最近では、我

藤田保健衛生大学医学部 循環器内科：〒470-1192 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪1-98

Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Fujita Health University School of Medicine, Aichi

Address for reprints: KATO C, MD, Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Fujita Health University School of Medicine, Dengakugakubo 1-98, Kutsukake-cho, Toyoake, Aichi 470-1192

Manuscript received August 26, 1999; accepted September 8, 1999

が国でも慢性肺血栓塞栓症に対し肺動脈内膜摘除術などの外科的治療が行われるようになり、臨床の現場からの要求に応じて血管内エコー法や血管内視鏡の応用が試みられるようになった。本研究では、急性・慢性肺血栓塞栓症における肺動脈内血栓と肺動脈壁病変を、血管内エコー法と血管内視鏡を用いて観察し、その臨床的有用性を検討した。

## 対象と方法

### 1. 対 象

1994年6月-1998年12月の間に当院にて肺動脈造影と肺血流シンチグラムに基づいて肺血栓塞栓症と診断した13例(平均年齢58±18歳)を対象とした。その内訳は急性肺血栓塞栓症4例(急性群; 男性2例, 女性2例), 慢性肺血栓塞栓症9例(慢性群; 男性1例, 女性8例)であった。急性群と慢性群の鑑別は主として臨床経過と右心カテーテル, 血管造影所見に基づき, さらに, 確定診断は血管内エコー法や血管内視鏡の所見も考慮して総合的に行った(**Table 1**)。

### 2. 方 法

右心カテーテル検査施行時にSwan-Ganzカテーテルの圧ラインに0.025 inchのJ型ガイドワイヤーを挿入し, Swan-Ganzカテーテルを抜去後, 留置したガイドワイヤーを用いて血管内エコーカテーテルを挿入した。病変部の観察は, 高度の肺高血圧を認めたため肺動脈造影を施行していない2症例を除き, 透視下にて血管内エコーカテーテルの位置を確認しながら, 血管造影で認めた病変と同一部位で行った。その後引き続いて, 内視鏡による観察を行った。

使用装置は, 血管内エコー法にはCVIS製血管内エコー法装置と8F, 20MHzエコーカテーテルを用いた。内視鏡はクリニカルサプライ製血管内視鏡装置にて行い, 7F, 6,000 pixelの先端の異なった2種類の血管内視鏡カテーテル, すなわちカテーテル先端から約1cm中枢側に装着されたバルーンを拡張することにより, 血流を途絶させ生理食塩水を注入して観察するカテーテル(血流途絶型)と, 先端にバルーンがつき, そのバルーンを押し当てることにより内側より観察するカテーテル(先端バルーン型)を用いた。なお, 血管内エ

**Table 1 Patient characteristics**

Case No.	Age (yr)	Sex	Diagnosis	IVUS findings	Angioscopic findings
1	81	M	Acute	Normal wall with echolucent thrombus	Normal finding (chronic phase)
2	61	F	Chronic	Crescent-like echolucent thrombus with intense superficial echo and intimal thickening	White (spider-web like fibrin net) wall with partially reddish thrombus
3	52	F	Chronic	Intimal thickening	White irregular wall with partially yellowish change
4	47	F	Acute	Echolucent thrombus with intense superficial echo	Normal finding (chronic phase)
5	77	F	Chronic	Crescent-like echogenic thrombus and intimal thickening	White (spider-web like fibrin net) wall with partially reddish thrombus
6	52	F	Chronic	Crescent-like echolucent thrombus with intense superficial echo and intimal thickening	White wall with partially reddish thrombus
7	79	M	Chronic	Crescent-like echogenic thrombus and intimal thickening	White (spider-web like fibrin net) wall with partially reddish thrombus
8	84	F	Chronic	Crescent-like echogenic thrombus and intimal thickening	White (spider-web like fibrin net) wall with partially reddish thrombus
9	38	F	Chronic	Crescent-like echogenic thrombus	White wall with partially reddish thrombus
10	33	F	Acute	Normal finding (chronic phase)	Normal wall with red thrombus
11	46	F	Chronic	Crescent-like echogenic thrombus and intimal thickening	White wall with partially reddish thrombus
12	37	M	Acute	Normal finding (chronic phase)	Normal finding (chronic phase)
13	75	F	Chronic	Intimal thickening	White wall with partially reddish thrombus

IVUS = intravascular ultrasound; M = male; F = female.

コー法と血管内視鏡は全対象患者および家族にその必要性と危険性を説明のうえ承諾を得て施行した。

## 結 果

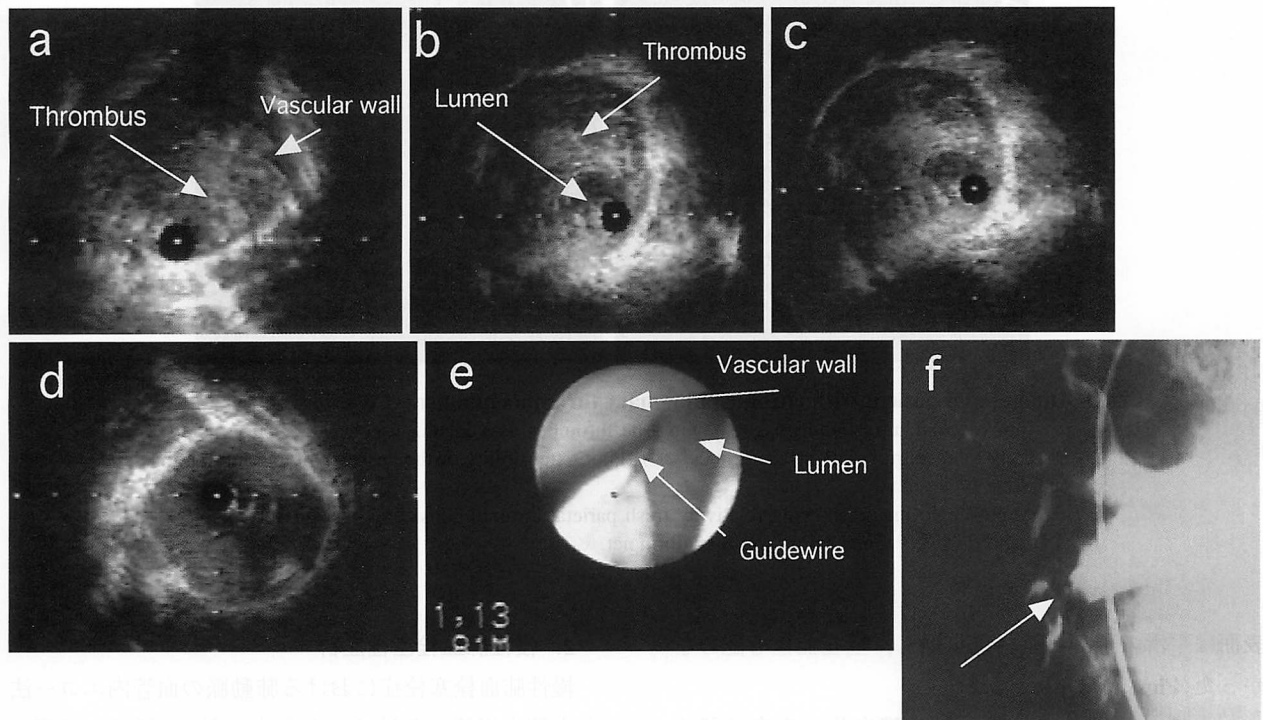
### 1. 急性肺血栓塞栓症群

症例1では肺血栓塞栓症と診断後、右心カテーテルおよび血管内エコー法を施行したところ、右肺動脈下葉枝において、表面に高輝度エコーを伴い、内部は高輝度と低輝度エコーの混在した塊状のエコー像が内腔を満たす所見を認めた。閉塞性の新鮮血栓と考えられ、それによる急性肺血栓塞栓症と診断した。末梢静脈より組織プラスミノゲン活性化因子(tissue plasminogen activator: t-PA; アルテプラーゼ1,200×10<sup>4</sup>単位)を投与し、血管内エコー法にて血栓の溶解過程を観察したところ、肺動脈内腔を充満した血栓は、血流を確

保したと思われるカテーテル周囲から溶解し始め、次第に内腔が拡大するとともに血栓が縮小した(Figs. 1-a, b, c)。血管内視鏡は急性期には施行しえなかった。Fig. 1-fは急性期肺動脈造影像である。

症例10では、急性期の血管内視鏡にて右肺動脈中下葉枝に、赤色血栓の表面に白色のフィブリンと思われる膜様物が付着した血栓塊を確認した。t-PA(アルテプラーゼ600×10<sup>4</sup>単位)を肺動脈内に投与すると、ガイドワイヤーを通過させた箇所血栓表面の白いフィブリンが溶け始め、ついで赤色血栓の溶解過程が観察された(Figs. 2-a, b, c)。

他の2症例を含めた急性の全4症例で、血栓溶解療法施行1ヵ月後の慢性期に肺動脈内を観察したところ、肺動脈壁は血管内エコー法では内面平滑で内膜肥厚も認めず、拍動性も良好であり、血管内視鏡では壁



**Fig. 1** Images of a patient with acute pulmonary thromboembolism(Case 1)

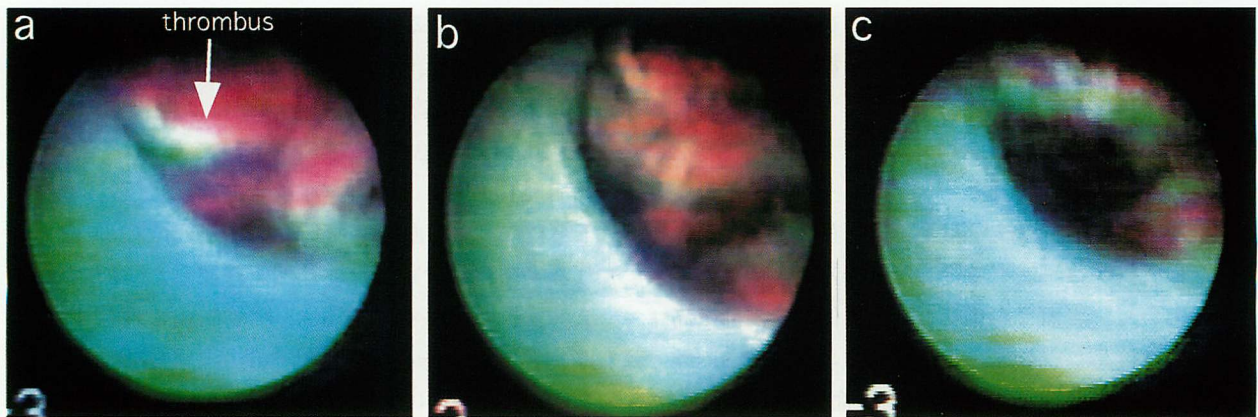
a: After the ultrasound catheter penetrated the thrombus but before intravenous injection of tissue plasminogen activator(t-PA; alteplase 1,200×10<sup>4</sup> units).

b, c: Images 15 and 30 min after intravenous injection, respectively, which show the thrombus dissolving from the site adjacent to the blood flow around the catheter.

d: Image showing the absence of the lesion 1 month after onset.

e: Angioscopic image showing smooth and white colored intima of the pulmonary artery 1 month after onset.

f: Pulmonary angiogram in acute phase. Arrow indicates the absence of right lower lobe filling. Intravascular ultrasound images show the same location.



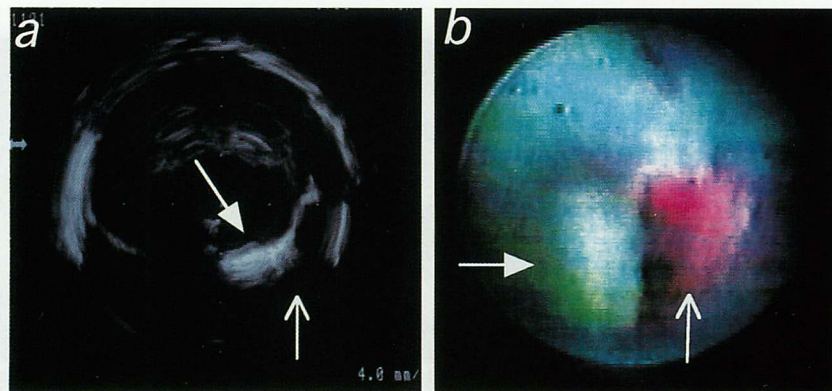
**Fig. 2** Angioscopic images of a patient with acute pulmonary thromboembolism (Case 10) during injection of t-PA into the pulmonary artery

*a*: Before injection, red-colored irregular-shaped thrombi with partial white fibrin coating is seen.

*b*: Five min after injection, the superficial structures have dissolved and flowed away.

*c*: Fifty min after injection, most of the thrombi have disappeared, and the structures of the remaining thrombi are seen.

Abbreviation as in Fig. 1.



**Fig. 3** Images of a patient with chronic pulmonary thromboembolism (Case 7)

*a*: Intravascular ultrasound image showing the thrombus as a localized echo-lucent protrusion (↑) with partially intense irregular surface echoes (↘). Poor extensibility of the vessel wall and intimal thickening are seen.

*b*: Angioscopic image showing relatively fresh parietal thrombi consisting of a mixture of red blood cell (↑) and fibrin (→), and spider web-like fibrin net.

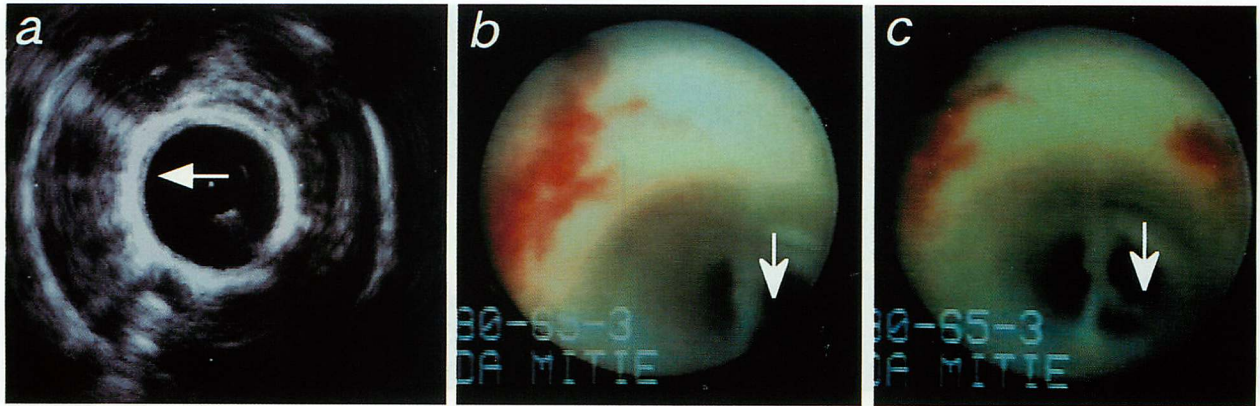
表面は平滑で色調は桃白色を呈し、壁在血栓も認めなかった (Figs. 1-d, e).

以上より急性群では肺動脈内膜自体に病変は認めず、血栓は血管内エコー法では表面は高輝度エコーを伴うが、内部は低輝度、高輝度の混在した画像所見で、血管内視鏡では表面が赤色で、白色のフィブリンが付着する新鮮血栓を示唆する画像であった。急性群の基礎疾患は明らかでなかった。

## 2. 慢性肺血栓塞栓症群

慢性肺血栓塞栓症における肺動脈の血管内エコー法と血管内視鏡の所見は、大きくつぎの3種類に分類できた。

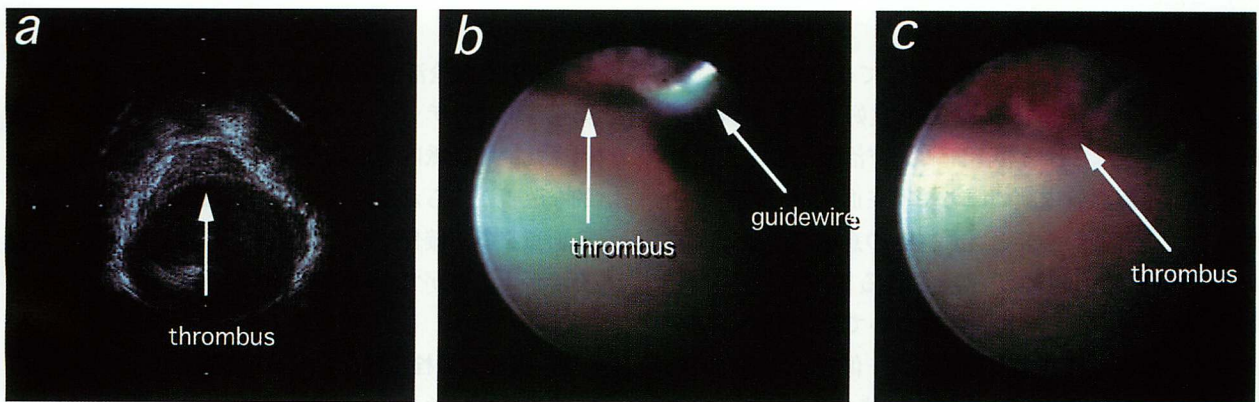
1) 血管内エコー法上、表面に高輝度エコーを伴い、内部エコーは低輝度から中等度の輝度を呈する血栓像と (Fig. 3-a), ほぼ全周性の内膜肥厚および拍動に伴う血管壁の伸展不良を認め (Fig. 4-a), 血管内視鏡では赤色血栓の上をフィブリンと思われる薄い白色の膜様物が被った (Fig. 3-b), 比較的新鮮と思われる血栓



**Fig. 4 Images of a patient with chronic pulmonary thromboembolism (Case 8)**

*a*: Intravascular ultrasound imaging showing intimal thickening (←) and poor extensibility.

*b, c*: Angioscopic images suggesting white-colored intima, parietal red-colored, relatively fresh parietal thrombi and fibrin (↓).



**Fig. 5 Images of a patient with chronic pulmonary thromboembolism (Case 11)**

*a*: Intravascular ultrasound imaging demonstrating a crescent-shaped high echogenic layer attached to the proximal pulmonary artery wall and pulmonary artery lumen with decreased pulsatility.

*b, c*: Angioscopic images showing organized thrombi with a mixture of red and white surfaces.

像を認め、血管壁も全周性に血栓に連なる白色の膜様物に被われているもの (Figs. 4-b, c).

2) 血管内エコー法では中等度のエコー輝度の三日月状壁在血栓と血管壁の不整、伸展不良を認め (Fig. 5-a), 血管内視鏡では赤色血栓と白色血栓 (血小板血栓) が混在した器質化血栓と思われる像を認めるもの (Figs. 5-b, c).

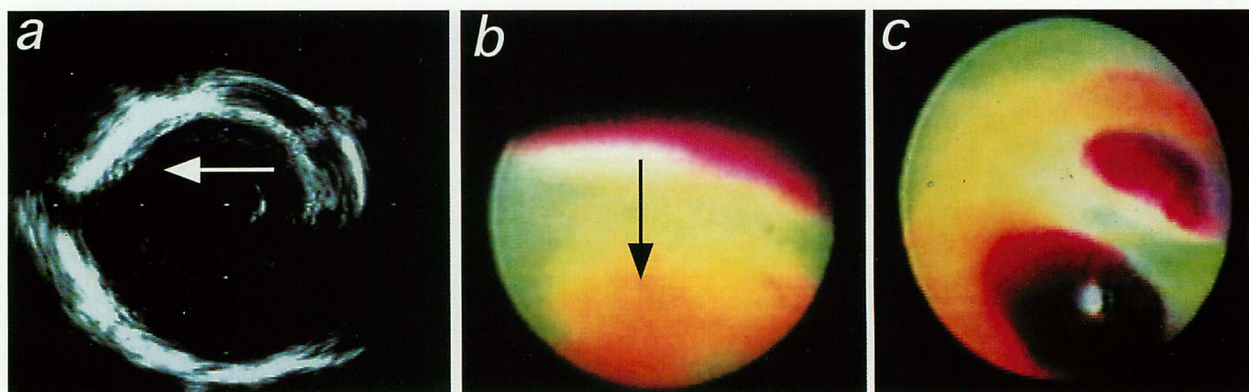
3) 血管内エコー法上、著明な内膜肥厚と血管壁の伸展不良を認め (Fig. 6-a), 血管内視鏡では内膜表面の凹凸不整と黄色調の変化が観察され、肺高血圧に伴う血管壁の二次性変化と思われるもの (Figs. 6-b, c).

慢性群は9例で、1)は7例 (症例2, 5, 6, 7, 8, 9, 13), 2)は1例 (症例11), 3)は1例 (症例3)であった。また1)のタイプが最も多く観察され、その半数は急激に発症

しており、血管内エコー法、血管内視鏡施行前の段階では急性肺血栓塞栓症が疑われた。

## 考 案

肺血栓塞栓症の診断は肺動脈造影と肺血流シンチグラフィ<sup>4,5)</sup>、コンピューター断層撮影によりなされているのが現状である。肺血栓塞栓症は突然の胸痛、呼吸困難、ショック状態などで発症する急性肺血栓塞栓症<sup>6,7)</sup>と、長年にわたる労作時の呼吸困難感や倦怠感など、比較的軽微な症状を主体とする慢性肺血栓塞栓症に分類される。しかし、慢性肺血栓塞栓症でも急性肺血栓塞栓症様の急激な症状で発症することもあり、このような急性増悪型は従来の診断方法のみでは急性肺血栓塞栓症との鑑別が困難である。一方、慢性



**Fig. 6** Images of a patient with chronic pulmonary thromboembolism (Case 3)

a: Intravascular ultrasound imaging showing marked and echogenic intimal thickening (←) and poor extensibility.

b, c: Angioscopic images showing intimal surface irregularities and yellowish changes (↓).

肺血栓塞栓症の一部の症例に対しては外科的治療(肺動脈血栓内膜摘除術)が試みられ良好な成績が報告されているが<sup>8)</sup>, これらの診断および治療法の選択においては肺動脈血管内膜の厚さや壁在血栓の局在および性状などの評価が必要とされ, その意味でも血管内エコー法や血管内視鏡が注目されるようになっていく<sup>9)</sup>. 肺動脈血栓の性状評価については, すでに我々が報告している通り, 血管内エコー像により新鮮血栓と器質化血栓の鑑別がある程度可能であり<sup>10,11)</sup>, 新鮮血栓では表面や内部に輝度の高い部分もあるが全体的に輝度が低く, 器質化するにつれエコー源が増し, 全体の輝度も高くなっていく. 一方, 血管内視鏡に関しては赤色血栓と白色血栓, すなわち赤血球主体の血栓と血小板主体の血栓を鑑別しえたという報告をはじめ, 肺動脈領域では1993年に, 内田ら<sup>12)</sup>が血管内視鏡によって赤色, 白色, 混合血栓が確認できることを報告している. 今回の検討では, 急性と慢性におけるそれぞれの血管内エコー法と血管内視鏡の内科的有用性を探るのが目的である.

### 1. 急性肺血栓塞栓症における有用性

急性群では, 血管内エコー法と血管内視鏡が新鮮血栓の所見と正常内膜の像を呈することから, 反復性のある慢性症例と鑑別しようと思われた. また, 急性期には血栓溶解剤の経静脈・肺動脈内投与やカテーテルによる血栓破碎・吸引療法などさまざまな治療法が試みられているが, 血管内エコー法と血管内視鏡を用い

て2症例で血栓溶解過程を観察したところ, 血栓溶解薬投与前にカテーテルやガイドワイヤーを血栓内を通過させ, 肺動脈内の血流を再開通させると, 血行動態的な改善が得られるだけでなく, 血栓が溶解薬と接する面積を多く確保することで, より早く効果的に血栓を溶かすことができることが示唆された.

### 2. 慢性肺血栓塞栓症における有用性

慢性群では急性肺血栓塞栓症よりも多彩な所見が観察された.

血管内エコー法にて血栓の局在と性状, 血管内膜の肥厚の程度や範囲, 血管壁の伸展性や構築の変化を知ることができ, また, 血管内視鏡により血栓の性状評価, すなわち赤色血栓, 白色血栓, 混合血栓の区別や器質化の推定, そして血管壁表面の性状も知りうる<sup>13)</sup>. 現在, 慢性肺血栓塞栓症の治療には抗凝固療法, 血管拡張薬の投与などが行われているが, 一般に内科的治療に対し抵抗性であり, とくに肺高血圧の高度なものは予後不良である. ただ, 近年我が国においても慢性肺血栓塞栓症に対する外科的治療(肺動脈血栓内膜摘除術)が試みられ良好な成績が報告されている<sup>8)</sup>. 高度の肺高血圧を有する症例は内科的治療に限界があり, 肺動脈内膜摘除術を考慮すべきであるが, その際, 術前に血管内エコー法と血管内視鏡により血栓の性状, 局在と拡がり, その肺動脈主幹部からの連続性を確認することが重要である. また慢性であっても比較的新鮮な壁在血栓が観察されることもあり, このよう

な症例では血栓溶解療法の適応と考えられる。したがって、血管内エコー法、血管内視鏡により赤色血栓、混合血栓といった比較的新鮮な血栓の存在が確認されれば、血管内エコー法もしくは血管内視鏡下に血栓溶解療法を施行することで、治療の直接的な効果判定も可能である。

### 3. 血管内エコー法と内視鏡の問題点

肺動脈における血管内エコー法は右心カテーテル時に極めて容易に施行できる。内膜面や血栓の性状を詳細に評価することは困難であるが、血管断面を画像化するため血栓の有無や大きさ、性状、内膜などの壁構造の変化、血管の伸展性を観察することに適している<sup>14,15)</sup>。一方、血管内視鏡は血管内腔を視覚的に観察できるため内膜面や壁在血栓表面の性状評価には適しているが、壁内病変の観察には適さない<sup>16-18)</sup>。共通の問題点として両者はともに肺動脈すべての枝に挿入することができず、とくに本研究で用いた器械走査型血管内エコー法はカテーテル本体が比較的硬く、高度に屈曲した部位では選択的挿入が困難で、たとえ挿入しても画像に歪みが生じる。

血管内視鏡については、今回2種類のタイプを用いた。血流途絶型ではガイドワイヤーを用いるため、肺動脈枝の選択は比較的容易であるが、内視鏡先端に可動性がないため、内膜面に異常に近接することもあり、観察が困難な症例が少なからずみられた。また、先端バルーン型はガイドワイヤーを使用できないため選択性に劣り、バルーンを血管壁に押し当てての観察になるため、観察部位が肺動脈の葉動脈レベルに限られた。

このように血管内エコー法、血管内視鏡ともにいくつかの問題点があり、今後の改良が必要であるが、従来の検査方法では決して得られなかった情報が得られ、両者の併用は血栓、血管壁の性状をより詳細に把握することが可能である。

## 結 語

血管内エコー法と血管内視鏡の併用により、肺血栓塞栓症例の肺動脈内血栓や血管壁病変の詳しい評価をすることができる。したがって、これらの方法は肺血栓塞栓症の診断、治療、病態評価に有用である。

## 要 約

肺血栓塞栓症における血栓と肺動脈血管壁を血管内エコー法と内視鏡で観察した。

対象は1994年6月-1998年12月の間に当院で肺血栓塞栓症と診断した13例(平均年齢58±18歳)で、その内訳は急性肺血栓塞栓症4例(男性2例, 女性2例), 慢性肺血栓塞栓症9例(男性1例, 女性8例)である。右心カテーテル施行時に血管内エコー法と内視鏡を施行した。

急性群では、急性期に施行した血管内エコー法で肺動脈内に低輝度、高輝度の混在した血栓像を認め、内視鏡により赤色で表面に白色のフィブリンが付着した血栓塊を確認した。血栓溶解薬の投与により、血栓は速やかに溶解した。血管壁は平滑で内膜の肥厚は認めず、拍動性も良好で肺動脈内膜自体に明らかな変化を認めなかった。慢性群では血管内エコー法、内視鏡の所見を以下の3種類に分類できた。1)血管内エコー法上、血管壁の伸展不良、内膜肥厚を認め、内視鏡では赤色血栓にフィブリンの付着した比較的新鮮な壁在血栓を認め、血管壁がほぼ全周性にフィブリンに被われているもの(6例)、2)血管内エコー法で三日月状で中等度の輝度の壁在血栓と壁の不整、内視鏡では赤色血栓と白色血栓が混在した器質性血栓を認めるもの(1例)、3)血管内エコー法上、著明な内膜肥厚と伸展不良を認め、内視鏡では内膜表面の凹凸不整と黄色調の変化がみられるもの(1例)。

1)のタイプの半数は急激に発症しており、血管内エコー法、内視鏡施行前の段階では、急性肺血栓塞栓症が疑われた。慢性期における治療の選択はそれぞれの血栓、血管壁の所見に基づいて行われるべきと思われる。

血管内エコー法と血管内視鏡を併用することにより、急性・慢性肺血栓塞栓症の診断、治療、病態の把握に有用な情報を得ることができる。

## 文 献

- 1) 藤岡博文, 平岡直人, 中野 赳: 肺塞栓症. 総合臨 1993; **42**: 532-538
- 2) 国枝武義: わが国の肺塞栓症. 外科 1993; **55**: 413-421
- 3) Riedel M, Stanek V, Windimsky J, Prerovsky I: Long term follow-up of patients with pulmonary embolism: Late prognosis and evolution of hemodynamic and respiratory data. *Chest* 1982; **81**: 151-158
- 4) 西村恒彦, 村田考平, 広瀬義晃: 肺血流の換気シンチグラフィによる肺塞栓症の診断と治療効果の判定. 臨放線 1993; **38**: 771-777
- 5) 藤岡博文, 中野 赳: 呼吸器疾患の血管造影検査. 医学のあゆみ 1993; **166**: 472-476
- 6) Tapson VF: Pulmonary embolism: The diagnostic repertoire. *Chest* 1997; **112**: 578-580
- 7) Ryu JH, Olson EJ, Pellikka PA: Clinical recognition of pulmonary embolism: Problem of unrecognized and asymptomatic cases. *Mayo Clin Proc* 1998; **73**: 873-879
- 8) 中島伸之, 川副浩平, 安藤太三, 上村重明, 藤田毅: 慢性肺塞栓症に対する外科治療の経験. 日胸外会誌 1986; **34**: 524-530
- 9) 岡野義明: 肺動脈における血管内イメージングの臨床的応用とその有用性. 脈管学 1999; **39**: 301-306
- 10) 鯉江 伸, 松山裕宇, 岩瀬正嗣, 武田京子, 加藤千博, 長谷川和生, 木村美由紀, 野村雅則, 小出章博, 山本春光, 畑田綾子, 渡辺佳彦, 菱田 仁: 血管内エコー法による肺動脈血栓の性状評価: 臨床例と剖検例を用いて. *Med Ultrasonics* 1997; **24**: 27-32
- 11) 松山裕宇, 岩瀬正嗣, 武田京子, 福井雅子, 玉垣浩美, 長谷川和生, 木村美由紀, 黒川 洋, 安藤俊量, 野村雅則, 渡辺佳彦, 菱田 仁: 血管内エコー法による肺動脈血栓の観察: 急性および慢性肺血栓塞栓症例について. *Jpn J Intervent Cardiol* 1994; **9**(Suppl 2): 95-100
- 12) 内田康美, 広瀬純一: 経皮的血管内視鏡による肺動脈血栓塞栓症の診断. 脈管学 1993; **33**: 413-417
- 13) 加藤千博, 松山裕宇, 野村雅則, 岩瀬正嗣, 武田京子, 長谷川和生, 木村美由紀, 山本春光, 鯉江 伸, 菱田仁: 血管内視鏡および血管内エコーにて血栓を観察しえた肺塞栓症の1例. *心臓* 1996; **28**: 927-931
- 14) Ricou F, Nicod PH, Moser KM, Peterson KL: Catheter-based intravascular ultrasound imaging of chronic thromboembolic pulmonary disease. *Am J Cardiol* 1991; **67**: 749-752
- 15) Tapson VF, Davidson CJ, Kisslo KB, Stack RS: Rapid visualization of massive pulmonary emboli utilizing intravascular ultrasound. *Chest* 1994; **105**: 888-890
- 16) Shure D, Gregoratos G, Moser K: Fiberoptic angiography: Role in diagnosis of chronic pulmonary arterial obstruction. *Ann Intern Med* 1985; **103**: 844-850
- 17) 岡野義明, 吉岡公夫, 大黒 哲, 佐藤 徹, 京谷吾吾, 下内章人, 中西宣文, 永田正毅, 国枝武義, 川口 章, 安藤太三, 高本眞一, 川島康生: 慢性肺血栓塞栓症における肺動脈血管内視鏡検査の意義. *Ther Res* 1994; **16**: 82-84
- 18) 磯田菊生, 里村公生, 亀沢康裕, 疋田浩之, 高山英一, 宮崎浩司, 高瀬凡平, 澁谷利雄, 荒川 宏, 大鈴木孝: 血管内視鏡における白色病変の特徴. 脈管学 1998; **39**: 285-289